



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 35 644 B4 2004.10.21

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 102 35 644.0
(22) Anmeldetag: 02.08.2002
(43) Offenlegungstag: 12.02.2004
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21.10.2004

(51) Int Cl.⁷: H01F 7/127

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden:

(71) Patentinhaber:
ETO MAGNETIC KG, 78333 Stockach, DE

(74) Vertreter:
Hiebsch und Kollegen, 78224 Singen

(72) Erfinder:
Burger, Volker, 78576 Emmingen-Liptingen, DE;
Riedle, Achim, 78256 Steißlingen, DE; Langebahn,
Hans-Willi, Dr., 52159 Roetgen, DE

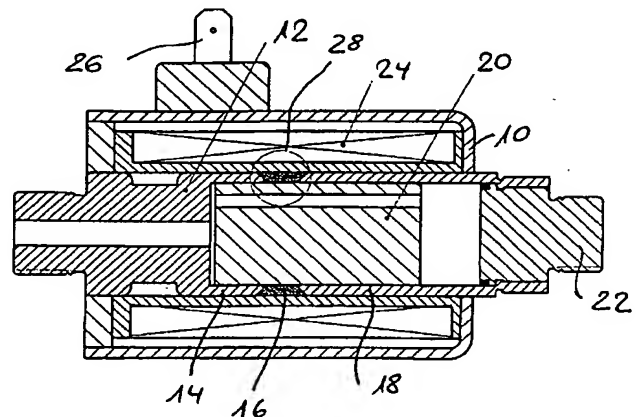
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 37 23 747 C2
DE 44 38 158 A1
DE 31 12 307 A1

(54) Bezeichnung: Elektromagnetische Stellvorrichtung

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen eines einen Kern- (14) und einen Jochabschnitt (18) sowie einen dazwischenliegenden, nicht-magnetischen Zwischenabschnitt (16) aufweisenden rotationssymmetrischen Magnetgestells für eine elektromagnetische Stellvorrichtung, durch das Herstellen jeweils einer unlösbaren Verbindung zwischen dem Kernabschnitt (14) und dem Zwischenabschnitt (16) als Partner eines ersten Übergangs sowie dem Jochabschnitt (18) und dem Zwischenabschnitt (16) als Partner eines zweiten Übergangs, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Versetzen eines der Partner des ersten Übergangs und/oder des zweiten Übergangs in eine Drehbewegung mit vorbestimmter Drehzahl,
- Anpressen des jeweils anderen der Partner des ersten bzw. des zweiten Übergangs an den drehenden Partner zum Bewirken einer den Zwischenabschnitt (16) im Anpressbereich plastifizierenden Erwärmung;
- Stoppen der Drehbewegung; und
- Aneinanderpressen der Partner mit einer vorbestimmten Stauchkraft zum Erzeugen eines verschweißten Übergangs.



BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer elektromagnetischen Stellvorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige Vorrichtung als elektromagnetischer Aktor, etwa zur Verwendung im Zusammenhang mit der Steuerung von Ventilen für hydraulische oder pneumatische Anlagen oder Schaltanwendungen, ist aus dem Stand der Technik allgemein bekannt. Ein Anker aus magnetischem Material ist zum Ausführen der im wesentlichen linearen Stellbewegung in einem Magnetgestell bewegbar geführt; das Magnetgestell ist von einer elektrischen Spuleneinrichtung umschlossen und in einem geeignet ausgebildeten Gehäuse gehalten. Durch Beaufschlagung der Spuleneinrichtung mit elektrischem Strom wird dann der Anker zum Ausführen der Stellbewegung in die gewünschte Bewegung versetzt.

[0003] Bei derartigen Vorrichtungen ist es aus Gründen des magnetischen Feldverlaufes notwendig, dass das – typischerweise langgestreckte – Magnetgestell, welches einen Kernabschnitt sowie einen Jochabschnitt aufweist, zwischen diesen Abschnitten einen Zwischenabschnitt aus nicht-magnetischem Material aufweist, so dass das gesamte Magnetgestell als rotationssymmetrische Anordnung den Kernabschnitt, den Zwischenabschnitt sowie den Jochabschnitt aufeinanderfolgend umfasst. Zumindest abschnittsweise ist dabei das Magnetgestell hohlzylindrisch ausgebildet, damit dann das entsprechend angepasste, zylindrische Ankerelement darin entlang einer Längs-(Bewegungs-)Achse geführt werden kann.

[0004] Fertigungstechnisch ist die Abfolge von Kernabschnitt (aus magnetisch leitendem Material), Zwischenabschnitt (aus magnetisch nicht-leitendem Material) und Jochabschnitt (wiederum aus magnetisch leitendem Material) nicht ganz unkritisch, wie zur Erläuterung des Hintergrundes der vorliegenden Erfindung die **Fig. 1** bzw. die perspektivische Schnittansicht der **Fig. 2** verdeutlicht: Das in einem Gehäuse **10** gehaltene, rotationssymmetrische Magnetgestell **12** ist, wie beschrieben, in drei Abschnitte (Kernabschnitt **14**, Zwischenabschnitt **16** und Jochabschnitt **18**) geteilt und weist eine hohlzylindrische Aushöhlung zum Führen eines Ankerelements **20** auf. Das jochseitige Ende ist zudem durch ein fest mit dem Magnetgestell **12** verbundenes Anschlagelement **22** verschlossen.

[0005] Wie in der **Fig. 1** bzw. **Fig. 2** gezeigt, ist zudem im Gehäuse **10** das Magnetgestell **12** von einer Spuleneinrichtung **24** umgeben; lediglich schematisch ist ein Anschluss **26** zur Kontaktierung der Spu-

leneinrichtung **24** herausgeführt gezeichnet. In der **Fig. 1** verdeutlicht der dann in den weiteren **Fig. 3**, **4** als Ausschnittsvergrößerung gezeigte Übergangsbereich **28** die herstellungstechnischen Schwierigkeiten bei der Herstellung des Magnetgestells **12**.

[0006] Genauer gesagt besteht die Aufgabe darin, die Materialien der jeweiligen Elemente so miteinander unlösbar zu verbinden, dass einerseits die Anordnung den etwa im Zusammenhang mit einem Hydraulik- oder Pneumatikeinsatz entstehenden hohen Drücken gewachsen ist, andererseits jedoch der für den Magnetisierungsverlauf verantwortliche Verlauf der Übergangsgeometrie im Übergangsbereich **28** durch das Fertigen nicht negativ beeinträchtigt wird. Genauer gesagt ist für das magnetische Verhalten der Anordnung die Ausbildung der Übergänge zwischen Kern und Zwischenabschnitt bzw. Zwischenabschnitt und Joch kritisch; typischerweise handelt es sich um einen leicht konusförmigen Endabschnitt im Bereich des Endes des Kernabschnitts **14** bzw. des Jochabschnitts **18**, zum Erzeugen der dort gewünschten, durch die konusförmige Form vorbestimmten Magnetisierungskennlinien.

[0007] Allerdings kommt es durch traditionelle Fertigungsverfahren des Magnetgestells **12** aus Kern, Zwischenabschnitt **16** und Joch zu unerwünschten Verformungen bzw. Deformationen des Profils (der Geometrie) an dem kritischen Übergangsbereich **28**, wie in der **Fig. 3** für einen herkömmlichen Fertigungsverfahren gezeigt. Genauer gesagt wird bei bekannten Herstellungsverfahren nach dem Stand der Technik der ringförmige Zwischenabschnitt **16** durch ein Auftragsschweißen auf die Enden von Kern bzw. Joch aufgebracht, typischerweise durch ein sogenanntes MIG- (Metall-Inert-Gas) Löten bzw. Schweißen unter Verwendung einer CuAl-Legierung als aufzuschweißendes, nicht-magnetisches Material für den Zwischenabschnitt **16**. Vorher weisen dabei die Endabschnitte von Joch die zum Beispiel in **Fig. 4** gezeigten konusförmigen Verläufe auf.

[0008] Allerdings besteht bei dem (punktuellen bzw. prinzipbedingt, tropfenbasierten) MIG-Auftragsschweißen durch die sehr hohen Lichtbogentemperaturen die Gefahr, dass sich dadurch die Konusgeometrie stark verändert, wie in der **Fig. 3** zu erkennen ist. Der ursprünglich im Querschnitt langgestreckte Konus ist nunmehr (unbestimmt und weitgehend willkürlich) gewellt, so dass damit die Magnet-Kennlinie an dem kritischen Übergangsbereich im Bereich des Zwischenabschnitts **16** in nicht vorher bestimmbarer Weise beeinflusst wird.

[0009] Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass, verfahrensbedingt, durch das MIG-Auftragsschweißen vermehrt Lunker und Poren entstehen, die im Bereich des Zwischenabschnitts die Gefahr von Undichtigkeiten entstehen lassen, bis hin zu der Gefahr

eines Ermüdungsbruch des Magnetgestelles.

[0010] Ein weiterer Nachteil des geschilderten, konventionellen Herstellungsverfahrens besteht darin, dass für den Auftragsschweißprozess mit typischerweise circa 30 Sekunden vergleichsweise lange Prozesszeiten benötigt werden, was sich wiederum nachteilig auf die Herstellungsdauer und mithin auf die Herstellungskosten auswirkt, da andererseits jedoch durch die einzuhaltende Konusgeometrie die Wärmeeindringung in die Schweißverbindung limitiert ist, ist diese Prozesszeit nicht weiter reduzierbar, nicht zuletzt um die Übergangsgeometrie, vgl. Fig. 3, nicht weiter zu verschlechtern.

[0011] Ein weiterer Nachteil, der sich auf den Herstellungsaufwand mit der bekannten Technologie auswirkt, liegt darin, dass beim Auftragsschweißen benachbarte Bauteilpartien durch Schweißspritzer nachteilig beeinflusst werden, mithin ist hier zusätzlicher Aufwand für das Abdecken notwendig. Hinzu kommt, dass aufgetragenes Material für den Zwischenabschnitt 16 zum Erzeugen der zylindrischen Außen- und Innenform mit entsprechendem Aufwand abgedreht werden muss.

[0012] Schließlich bleibt als Nachteil des herkömmlichen Verfahrens, dass der nicht-magnetische Zusatzwerkstoff für den Zwischenabschnitt 16 in Drahtdimensionen vergleichsweise teuer ist (da das Herunterwalzen und Glühen auf kleine Durchmesser in der Herstellung viel Aufwand bedeuten).

[0013] Aus der DE 31 12 307 A1, der DE 44 38 158 A1 sowie der DE 37 23 747 C2 ist jeweils eine elektromagnetische Stellvorrichtung mit einem in einem Gehäuse relativ zu einem aus einem Kern- und Jochabschnitt gebildeten Magnetgestell entlang einer axialen Richtung bewegbar vorgesehenen Anker sowie einer zum Erzeugen einer Bewegung mit einer elektrischen strombeaufschlagbaren Spuleneinrichtung beschrieben, wobei das Magnetgestell hohlzylindrisch und den Anker zumindest teilweise umschließend ausgebildet ist und zwischen dem Kernabschnitt und dem Jochabschnitt einen Zwischenabschnitt aus nicht-magnetischem Material aufweist und wobei eine unlösbare Materialverbindung in mindestens einem der Übergangsbereiche zwischen dem Jochabschnitt und dem Zwischenabschnitt sowie den Zwischenabschnitt und dem Kernabschnitt mittels eines Schweißverfahrens hergestellt ist.

[0014] Es ist jedoch davon auszugehen, dass all diese Vorrichtungen die vorbeschriebenen, herstellungsverfahrensbedingten Nachteile aufweisen.

Aufgabenstellung

[0015] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zum Herstellen ei-

ner einen Kern- und einen Jochabschnitt sowie einen dazwischenliegenden, nicht-magnetischen Zwischenabschnitt aufweisenden elektromagnetischen Stellvorrichtung zu schaffen, wobei eine unlösbare Verbindung zwischen den Abschnitten herzustellen ist und die elektromagnetischen Eigenschaften an den Übergangsbereichen zwischen Kern- und nicht-magnetischem Zwischenabschnitt bzw. Zwischenabschnitt und Joch verbessert sind. Zusätzlich ist mit diesem Verfahren die Herstellbarkeit, insbesondere der mit der Herstellung verbundene Aufwand zu vereinfachen, so dass niedrigere Kosten ermöglicht sind.

[0016] Die Aufgabe wird durch das Verfahren nach dem Hauptanspruch gelöst; vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0017] In erfindungsgemäß vorteilhafter Weise wird zumindest einer der Übergangsbereiche zwischen Jochabschnitt und Zwischenabschnitt oder Zwischenabschnitt und Kernabschnitt mittels eines Reibschweißverfahrens hergestellt; dabei ist es auch von der Erfindung mit umfasst, dass Joch- und Zwischenabschnitt einstückig nicht-magnetisch ausgebildet sind und insoweit lediglich ein mit Reibschweißen realisierter Übergangsbereich existiert.

[0018] Das erfindungsgemäße (flächenbezogene) Reibschweißverfahren hat den Vorteil, dass durch das (starke) Reiben die Berührungsflächen sich so erwärmen, dass speziell der Werkstoff für den nicht-magnetischen Zwischenabschnitt plastisch wird, nicht jedoch, wie etwa beim Lichtbogenschweißen, fließt. So kann mit entsprechender Stauchkraft eine zuverlässige Verschweißung an der Übergangsstelle erzeugt werden, die zwar die geforderte hohe Festigkeit aufweist, gleichzeitig jedoch die durch die Kern- und Joch-Endabschnitte vorgegebene Geometrie, zum Beispiel die gewählte Konusgeometrie, unverändert lässt und damit der dadurch eingestellte magnetische Feldverlauf berechenbar und unverändert bleibt. Durch den plastischen, eher teigigen Zustand der Fügwerkstoffe können zudem Lunker und Poren, im Gegensatz zum Auftragsschweißen, in nur sehr geringem Umfang entstehen; durch die ganzflächige Wirkung werden zudem die Inhomogenitäten des tropfenbasierten Auftragsschweißens vermieden.

[0019] Ein weiterer Vorteil dieses Reibschweißverfahrens liegt darin, dass gegenüber dem Auftragen für den Schweißvorgang mit typischerweise circa 10 bis 15 Sekunden deutlich weniger Zeit benötigt wird, mithin also auch der Herstellungsvorgang schneller und effizienter wird.

[0020] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass das nicht-magnetische Material für den Zwischenab-

schnitt nunmehr als hohlzylindrisches bzw. Stangenmaterial und damit wesentlich kostengünstiger als Drahtmaterial herangeführt und eingesetzt werden kann, außerdem hat es sich herausgestellt, dass für den Zwischenabschnitt als Trennabschnitt eine kostengünstigere Materialqualität eingesetzt werden kann.

[0021] Im Ergebnis wird damit durch die vorliegende Erfindung in überraschend einfacher Weise ein auf dem Prinzip des Reibschweißens beruhender Herstellungsprozess für gattungsbildende elektromagnetische Stellvorrichtungen geschaffen, mit dem die Herstellung deutlich vereinfacht und verbilligt ist, und wodurch zusätzlich magnetische Eigenschaften, die Qualität der Übergangsstelle sowie die Belastungseigenschaften des resultierenden Endproduktes deutlich verbessert sind.

[0022] In weiterbildungsgemäß bevorzugter Weise ist es vorgesehen, dass zumindest einer von Jochabschnitt oder Kernabschnitt an seinem dem Zwischenabschnitt zugewandten Ende eine Konusform aufweist; dies sorgt erfindungsgemäß dafür, dass ein besonders günstiger Magnetisierungsverlauf an den Übergangsstellen zum Zwischenabschnitt vorliegt und mithin die magnetischen Eigenschaften, bedingt durch die erfindungsgemäße Lehre des Einsatzes des Reibschweißens, besonders günstig zum Tragen kommen.

[0023] Dabei ist es einerseits günstig, die Ausbildung des Zwischenabschnitts als Partner für das Reibschweißen entsprechend korrespondierend konusförmig auszubilden, oder aber den zugewandten Endabschnitt des Zwischenabschnitts selbst plan, zylindrisch (und damit nicht-konisch) auszubilden; überraschend hat sich herausgestellt, dass auch hier das Reibschweißen zu einem äußerst vorteilhaften, die Ursprungsgeometrie praktisch nicht verändernden Übergang zwischen den Werkstoffen führt.

[0024] Während es einerseits möglich und bevorzugt ist, etwa beidseits des ringförmigen Zwischenabschnitts durch das vorteilhafte erfindungsgemäße Reibschweißverfahren einen jeweiligen der Verbindungspartner (Jochabschnitt bzw. Kernabschnitt) anzufügen, und dies weiter bevorzugt simultan in einem gemeinsamen Arbeitsgang vorzunehmen, so liegt es ebenfalls im Umfang der Erfindung, dies in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten, oder nur beschränkt auf einen Fügeübergang vorzunehmen.

[0025] Ein solcher Umstand, dass mittels der vorliegenden Erfindung in besonders zuverlässiger und in mechanisch stabiler Weise ein lunker- und porenarmer Übergang zwischen den Fügepartnern entsteht und damit die Gefahr von Undichtigkeiten minimiert ist, eignet sich die vorliegende Erfindung in besonders bevorzugter Weise für elektromagnetische Stell-

vorrichtungen, die im Zusammenhang mit Hydraulik- oder Pneumatikventile, dort insbesondere bei Hochdruckanwendungen bis zu mehreren 100 bar, wie sie etwa bei vielen Anwendungen der stationären und Mobilhydraulik auftreten, eingesetzt werden. Gleichwohl ist die vorliegende Erfindung mit ihren Vorteilen auf der Art für ähnliche Anwendungsfälle nicht beschränkt.

Ausführungsbeispiel

[0026] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in:

[0027] Fig. 1: eine Schnittansicht durch die elektromagnetische Stellvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zum Verdeutlichen der erfindungsgemäßen Vorteile gegenüber dem Stand der Technik;

[0028] Fig. 2: eine Ansicht analog Fig. 1 in perspektivischer Richtung als dreidimensionales Objekt;

[0029] Fig. 3: eine Vergrößerung des Übergangsbereiches 28 in Fig. 1 nach dem Stand der Technik mit durch das Auftragsschweißen deformierter Übergangsgeometrie;

[0030] Fig. 4: eine Ansicht analog Fig. 3 nach dem Reibschweißen der vorliegenden Erfindung mit undeformierter Konusform (Idealzustand);

[0031] Fig. 5: eine Explosionsdarstellung der Fügepartner Kern, Zwischenabschnitt, Joch gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung vor dem Zusammenfügen durch Reibschweißverfahren;

[0032] Fig. 6: eine Darstellung analog Fig. 5 einer zweiten Ausführungsform der Erfindung mit anderer Geometrie des Zwischenabschnitts; und

[0033] Fig. 7: eine Darstellung der Anordnung der Fig. 5, 6 nach dem Zusammenfügen durch Reibschweißen.

[0034] Aufbauend auf der eingangs beschriebenen schematischen Darstellung einer elektromagnetischen Stellvorrichtung gemäß

[0035] Fig. 1, Fig. 2 und den Problemen der Deformation einer hier ursprünglich konusförmigen Kern- und Jochgeometrie nach dem Auftragen des Zwischenabschnitts 16 durch Auftragsschweißen verdeutlicht die Fig. 4, unmittelbar analog zur Darstellung der Fig. 3, dass als Ergebnis des Reibschweißverfahrens die kernseitige Konusgeometrie mit Konusabschnitt 32 und flachem Ringabschnitt 34 bzw. die reine Konusform des Jochabschnittes 18 prak-

tisch undeformiert und damit unverändert bleibt, mithin bleiben die ursprünglich bemessenen und durch die Konusform vorbestimmten magnetischen Eigenschaften vollständig erhalten.

[0036] Konkret wurde im dargestellten Ausführungsbeispiel der Kernabschnitt 14 auf eine Drehbewegung zwischen 1500 und 2500 min⁻¹ gebracht und ein Ring aus CuAl-Legierung mit entsprechend angepasster, negativer Konusform (Fig. 5) in Richtung des Pfeils 40 mit einem Druck zwischen ca. 50 und 250 N/mm² angepresst. Durch die starke Erwärmung kommt es zur Erwärmung der sich berührenden Flächen. Sobald der nicht-magnetische Werkstoff (die CuAl-Legierung, alternativ sind auch andere Legierungen, wie etwa eine Al-Legierung, denkbar) plastisch ist, wird der drehende Kern gestoppt, und mit einer zusätzlichen Stauchkraft (typischerweise 80 bis 300 N/mm²) werden beide Teile zusammengedrückt und damit verschweißt.

[0037] Nach dem Abkühlen und Ab- bzw. Ausdrehen des durch das Reibschweißen entstehenden Wulstes besteht eine hochfeste, lunker- und porenarme Fügung, mit nahezu unveränderter Konusgeometrie, wie sie sich aus der Fig. 4 ergibt.

[0038] Unmittelbar darauf kann, mit demselben Verfahren, etwa das Joch mit dem Verbund aus Kern und Zwischenabschnitt 16 reibverschweißt werden; das Ergebnis zeigt sich in der Fig. 7.

[0039] Eine alternative Ausführungsform ist noch anhand der Fig. 6 verdeutlicht, hier weist, bei dickerem Joch-Wanddurchmesser, der als Zwischenelement einzusetzende Ring in Richtung auf den Kernabschnitt 14 keine negative Konuskontur auf, im Ergebnis stellt sich jedoch dieselbe konturtreue Fügegeometrie wie in Fig. 4 gezeigt als Ergebnis des Prozesses heraus.

[0040] Auch ist nicht ausgeschlossen, dass in Abwandlung der Fig. 5 bis 7, etwa der Zwischenabschnitt 16 und/oder der Jochabschnitt 18 als Vollmaterial (statt als Rohrmaterial, wie in den Fig. gezeigt) durch Reibschweißen verbunden und dann entsprechend ausgedreht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines einen Kernabschnitt (14) und einen Jochabschnitt (18) sowie einen dazwischenliegenden, nicht-magnetischen Zwischenabschnitt (16) aufweisenden rotationssymmetrischen Magnetgestells für eine elektromagnetische Stellvorrichtung, durch das Herstellen jeweils einer unlösbaren Verbindung zwischen dem Kernabschnitt (14) und dem Zwischenabschnitt (16) als Partner eines ersten Übergangs sowie dem Jochabschnitt (18) und dem Zwischenabschnitt (16) als Partner eines zwei-

ten Übergangs, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Versetzen eines der Partner des ersten Übergangs und/oder des zweiten Übergangs in eine Drehbewegung mit vorbestimmter Drehzahl,
- Anpressen des jeweils anderen der Partner des ersten bzw. des zweiten Übergangs an den drehenden Partner zum Bewirken einer den Zwischenabschnitt (16) im Anpressbereich plastifizierenden Erwärmung;
- Stoppen der Drehbewegung; und
- Aneinanderpressen der Partner mit einer vorbestimmten Stauchkraft zum Erzeugen eines verschweißten Übergangs.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellen des ersten Übergangs und des zweiten Übergangs gleichzeitig erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellen des ersten Übergangs und des zweiten Übergangs sequentiell erfolgt.

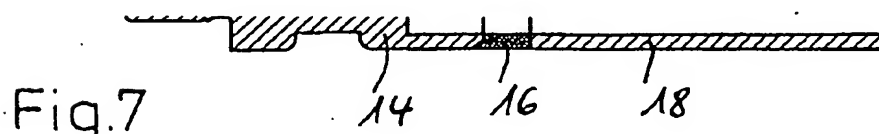
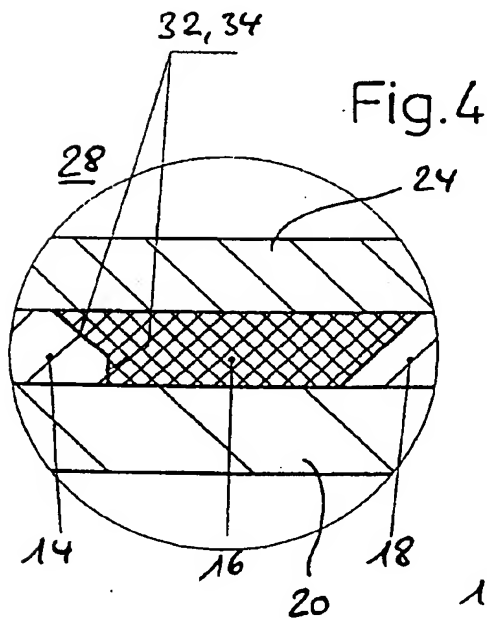
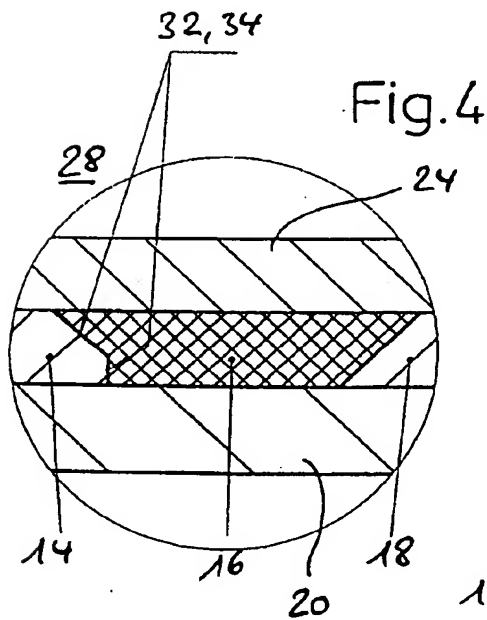
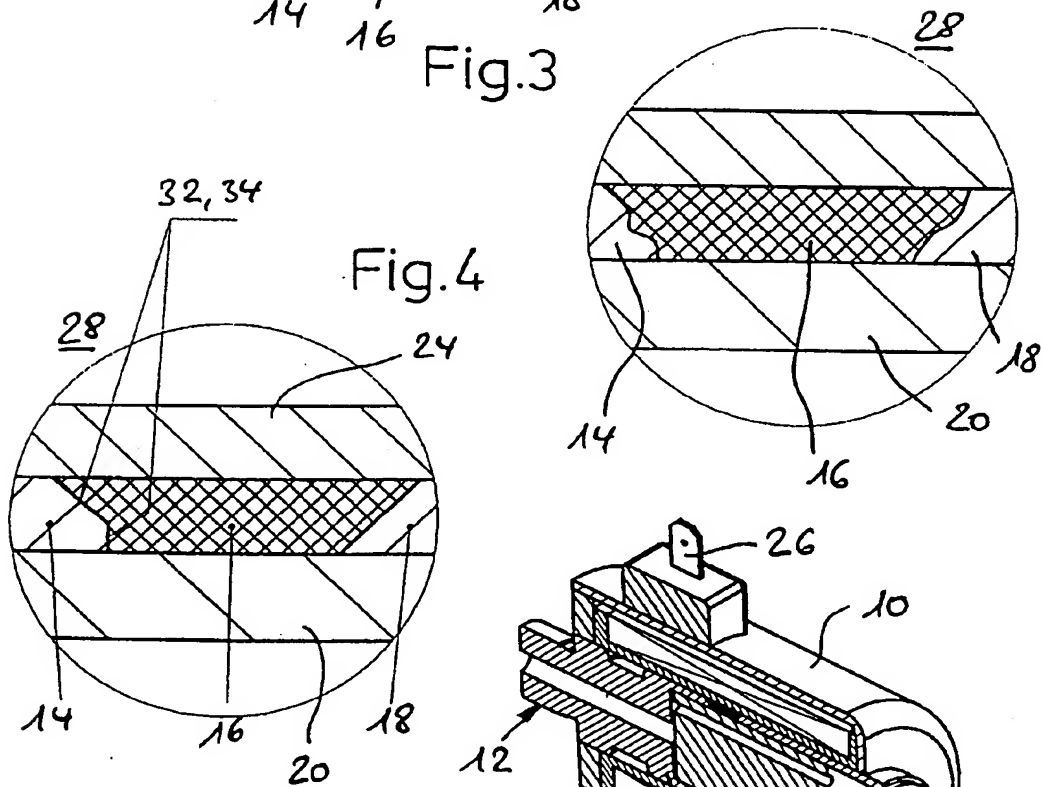
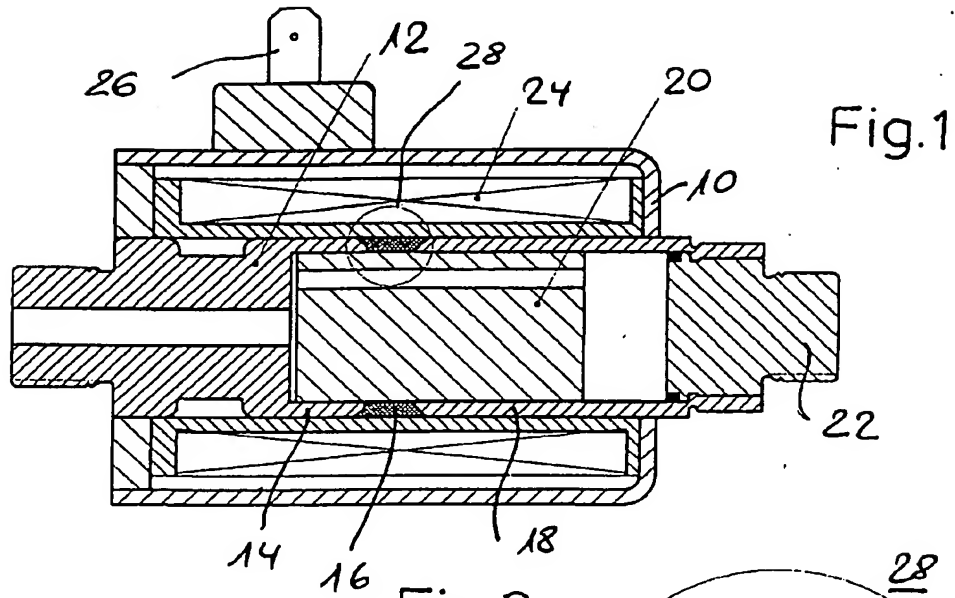
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Drehzahl der Drehbewegung auf einen Bereich zwischen 1500 und 2500 min⁻¹ eingestellt wird und/oder das Anpressen mit einem Druck zwischen 50 und 250 N/mm² erfolgt und/oder die Stauchkraft als Druck auf einen Bereich zwischen 80 und 300 N/mm² eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Zwischenabschnitt (16) ein ringförmiges und/oder hohlzylindrisches oder vollzylinderförmiges Element verwendet wird, das an einem dem Jochabschnitt (18) und/oder dem Kernabschnitt (14) zugewandten Ende eine dem jeweiligen Ende des Jochabschnitts (18) bzw. des Kernabschnitts (14) angepasste Konusform aufweist.

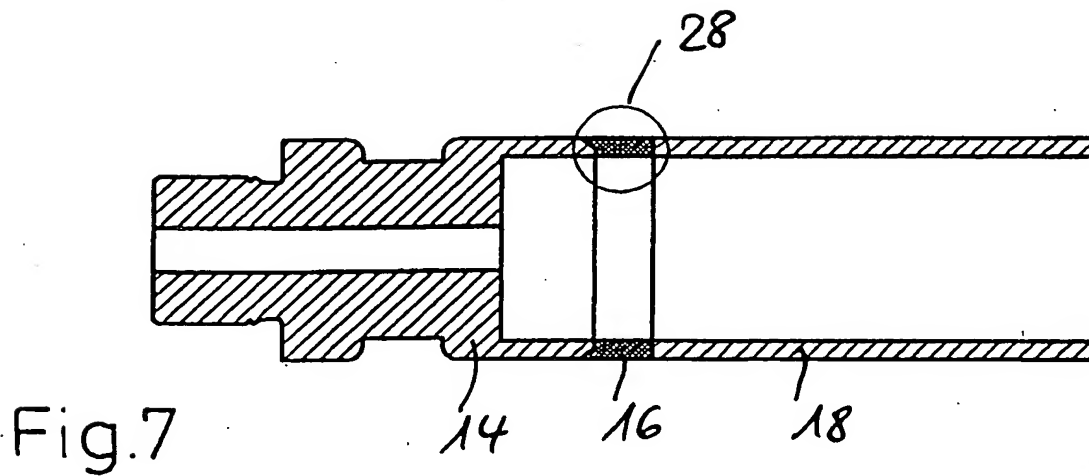
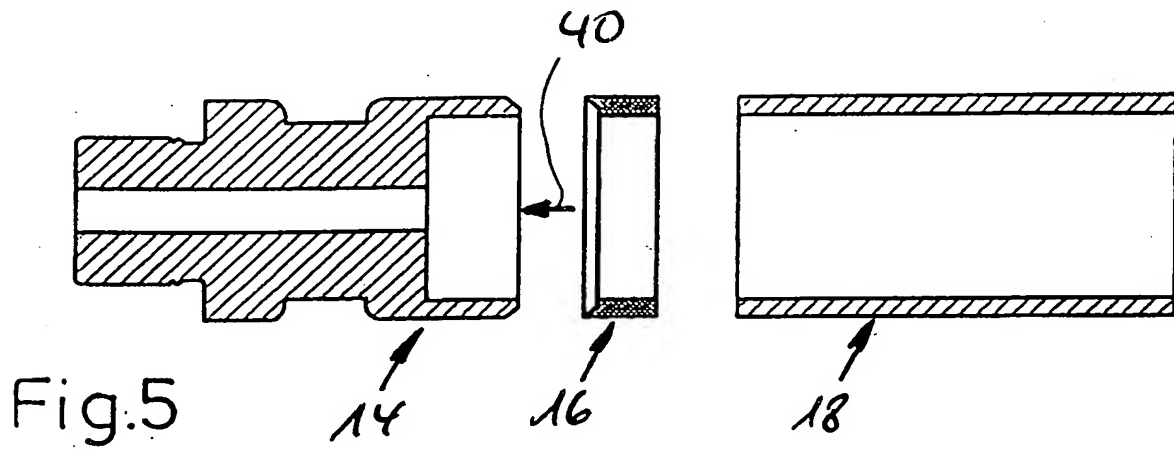
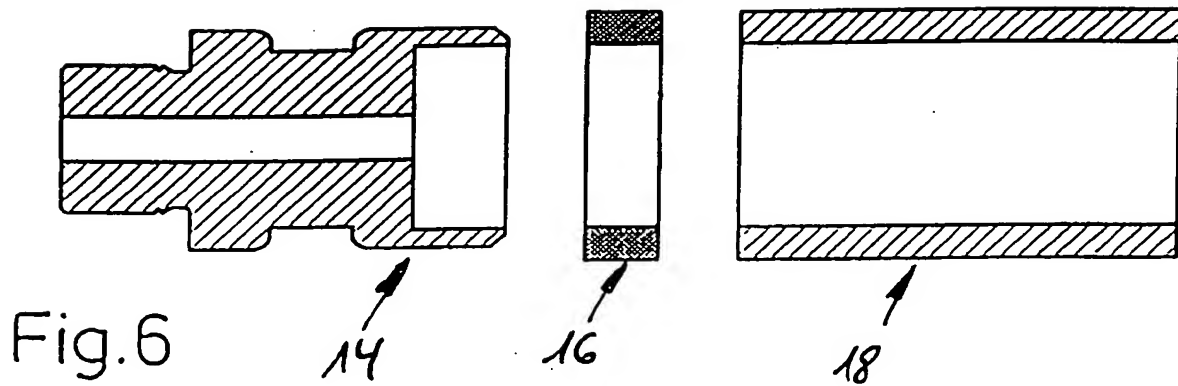
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Zwischenabschnitt (16) ein ringförmiges und/oder hohlzylindrisches oder vollzylinderförmiges Element verwendet wird, das an einem dem Jochabschnitt (18) und/oder dem Kernabschnitt (14) zugewandten Ende eine dem jeweiligen Ende des Jochabschnitts (18) bzw. des Kernabschnitts (14) nicht angepasste Zylinderform aufweist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Jochabschnitt (18) und der Zwischenabschnitt (16) einstückig aus nicht-magnetischem Material gebildet werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY